

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

Missione 4 - Componente 2 - Investimento 1.4

“Potenziamento strutture di ricerca e creazione di ‘campioni nazionali di R&S’ su alcune Key Enabling Technologies”

Finanziato dall'Unione europea – NextGenerationEU

Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile (CNMS)

D.D. n. 1033 del 17.06.2022

Progetto: Flagship 2024 -SISTER – CUP: E63C22000930007

ALLEGATO Lotto 3 – Specifiche Tecniche

PROCEDURA APERTA CON APPLICAZIONE DEL CRITERIO DELL'OFFERTA ECONOMICAMENTE PIÙ VANTAGGIOSA INDIVIDUATA SULLA BASE DEL MIGLIOR RAPPORTO QUALITÀ PREZZO, AI SENSI DEGLI ARTT. 71 E 108 COMMA 1 DEL D.LGS. N. 36/2023 S.M.I. AVENTE AD OGGETTO L'ACQUISTO DI BENI E ATTREZZATURE SCIENTIFICHE COSTITUITI DALLA REALIZZAZIONE DI UN VEICOLO ELETTRICO PROTOTIPALE STRUMENTATO, P.A.R.T.E.N.O.P.E. (PARTICULATE ANALYSIS RESEARCH ON TIRE EMISSIONS AND OPTIMIZATION POLLUTION IN THE ENVIRONMENT)

Titolo: ACQUISTO E MODIFICHE VEICOLO ELETTRICO

Descrizione: Specifiche Tecniche per la fornitura di un veicolo elettrico equipaggiato con la strumentazione di raccolta e analisi del particolato emesso da non esausti e con sensori per la misura delle grandezze della dinamica del veicolo.

Responsabile Scientifico del Progetto	Prof. Andrea Genovese
Responsabile Unico del Progetto	Dott.ssa Carmela Procacci
Supporto al RUP	Sig. Biagio Scotto D'Abbusco
Direttore dell'Esecuzione del Contratto	Dott. Francesco Lanza

ABSTRACT

Il Lotto 3 ha per oggetto la fornitura di un veicolo elettrico prototipale, modificato per consentire la raccolta e l'analisi della produzione di particolato derivante dall'usura di pneumatici e freni e alloggiare la strumentazione per la misura delle grandezze relative alla dinamica del veicolo. La realizzazione della fornitura prevede l'acquisto di un veicolo commerciale e la conseguente progettazione e realizzazione delle modifiche necessarie al fine di strumentarlo per consentire la raccolta e l'analisi della produzione di particolato derivante dall'usura di pneumatici e freni (particolato da non esausti).

Le modifiche al veicolo consentiranno l'integrazione di dispositivi per la raccolta e l'analisi del particolato PM1, PM2.5 e PM10 e l'installazione di sensori per la misurazione delle grandezze dinamiche del veicolo.

Questo approccio integrato permetterà di monitorare e caratterizzare le emissioni da non esausti in funzione dello stile di guida del pilota e delle manovre eseguite. In questo modo sarà possibile ottenere una comprensione più approfondita dei meccanismi di produzione delle emissioni in condizioni reali di utilizzo del veicolo.

Il progetto si inserisce nell'ambito dell'iniziativa "Sustainable Integrated System for Total non-Exhaust Reduction" (SISTER), promosso dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), dall'Università degli Studi di Napoli Federico II, dal Politecnico di Torino e da Pirelli, in risposta all'Avviso pubblico per la presentazione di proposte progettuali n. 3264 del 28 dicembre 2021 "Infrastrutture di ricerca", finanziato nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Indice dei contenuti

Abbreviazioni e acronimi	5
Termini tecnici e definizioni	5
1. Caratteristiche tecniche generali della fornitura	6
1.1 Punti di Campionamento e Strumentazione particolare	6
1.2 Sensoristica VD	8
1.3 Adeguamento veicolo per l'alloggiamento delle strumentazioni	9
2. Requisiti Tecnici	10
2.1 Modifiche per l'installazione della strumentazione sul veicolo	10
2.2 Progettazione e realizzazione del sistema di trasporto e campionamento particolato	14
2.3 Realizzazione sistema di raccolta del particolato	18
2.4 Esigenze prestazionali	19
2.5 Collaudo	20
3. Servizi di formazione, affiancamento e assistenza in garanzia	20

Indice delle Figure

Figura 1. Schema indicativo delle modifiche da apportare al veicolo: Punti di Campionamento e Strumentazione particolato.....	6
Figura 2. Schema indicativo delle modifiche da apportare al veicolo: Sensoristica VD.....	8
Figura 3. Configurazione finale della strumentazione di analisi e raccolta del particolato in base all'obiettivo del progetto.....	11
Figura 4. Rappresentazione schematica della linea 1.....	12
Figura 5. Rappresentazione schematica della linea 2.....	12
Figura 6. Rappresentazione schematica della linea 3.....	12
Figura 7. Rappresentazione schematica della linea 4.....	13
Figura 8. Illustrazione qualitativa e funzionale del posizionamento dei tre punti di campionamento posti sulla vettura.....	15
Figura 9. Disposizione Geometrica degli Ugelli (Nozzle) all'interno del tubo.....	16
Figura 10. Sistema di Alloggiamento sonde (Nozzle).....	17
Figura 11. Incapsulamento Sistema Frenante a scopo d'esempio.....	19

Indice delle Tabelle

Tabella 1. Dispositivi per la misura e la raccolta del particolato.....	7
Tabella 2. Sensori VD.....	8
Tabella 3. Proprietà tecniche del Veicolo.....	10
Tabella 4. Caratteristiche dei tre tubi principali per l'acquisizione del particolato.....	15
Tabella 5. Caratteristiche dei tubi di collegamento per i Nozzle interni ai tubi principali.....	17

Abbreviazioni e acronimi

Acronimo	Descrizione
DII	Dipartimento di Ingegneria Industriale
P.A.R.T.E.N.O.P.E.	Particulate Analysis Research on Tire Emissions aNd Optimization Pollution in the Environment
UniNA	Università degli studi di Napoli Federico II
VD	Vehicle Dynamics

Termini tecnici e definizioni

Termine	Definizione	Acronimo
Sito	Dipartimento di Ingegneria Industriale edificio 4, via Claudio 21, 80125 NAPOLI, dell'Università degli Studi di Napoli Federico II	

1. Caratteristiche tecniche generali della fornitura

Per la presente fornitura si richiede la redazione del progetto esecutivo e l'esecuzione dei lavori sulla base dei requisiti tecnici definiti nel presente documento.

Questa sezione descrive le modifiche da apportare al veicolo, illustrate, al solo scopo qualitativo e indicativo, in Figura 1.

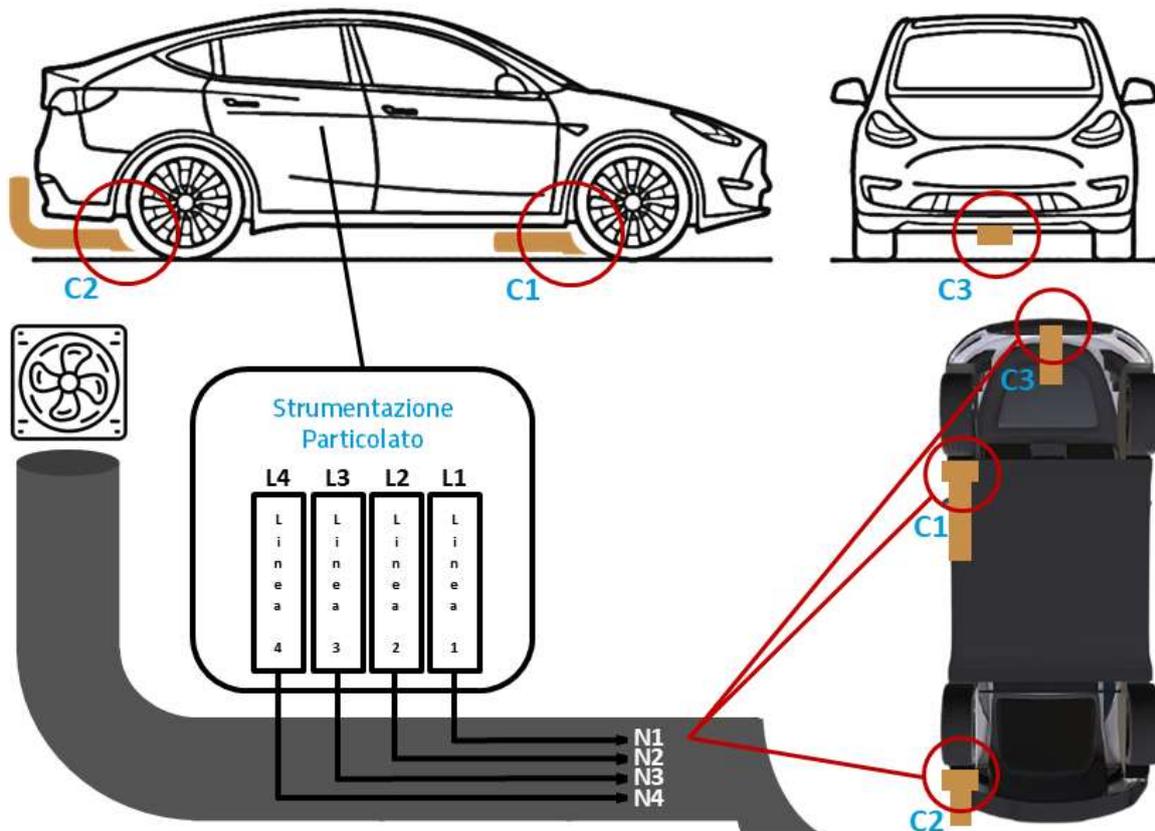


Figura 1. Schema indicativo delle modifiche da apportare al veicolo: Punti di Campionamento e Strumentazione particolato

Il veicolo individuato per il progetto è un veicolo elettrico equipaggiato con un sistema Dual Motor che garantisce una trazione integrale su tutte e quattro le ruote (AWD).

Le **modifiche principali** da apportare al veicolo includono:

1.1 Punti di Campionamento e Strumentazione particolato

1. Installazione di 3 **punti di campionamento** strategici sul veicolo, indicati in Figura 1, dove saranno posizionati il collettore di aspirazione ed il relativo condotto principale per la raccolta di particolato. In particolare, in Figura 1, sono riportate la vista laterale del veicolo, da cui è possibile individuare i punti di raccolta dietro le ruote (C1 e C2), la vista frontale del veicolo, da cui è possibile individuare il punto di raccolta per la misurazione ambientale posta sulla parte anteriore del veicolo (C3) e infine la vista del

fondo vettura, da cui è possibile individuare tutti i punti di raccolta e la loro posizione sotto il veicolo.

Ogni **punto di campionamento** è costituito da:

- Collettore di aspirazione: sistema da alloggiare davanti al condotto principale per ottimizzare la raccolta del particolato;
 - Condotto principale: un sistema che inizia con un collettore di aspirazione posizionato nella parte iniziale dietro la ruota e termina con un ventilatore di aspirazione (FAN) che assicura un flusso continuo e controllato dell'aria;
 - Ventilatore di aspirazione (FAN);
 - Sistema di alloggiamento per il collegamento delle linee di acquisizione con i Nozzle (N1, N2, N3 e N4): all'interno di ogni condotto principale sono integrati quattro ugelli (nozzle) strategicamente posizionati per ottimizzare la raccolta delle singole particelle in ingresso al condotto principale;
2. Installazione on board dei **dispositivi per l'analisi e la raccolta** del particolato emesso dagli pneumatici e dai freni. In particolare, la strumentazione è disposta su 4 diverse linee (L1, L2, L3 e L4) individuate in Figura 1 con il blocco "Strumentazione particolato". Ogni linea riceve il particolato da uno dei quattro Nozzle (N1, N2, N3 e N4) integrati all'interno dei condotti principali di ciascun punto di campionamento. Le linee di strumentazione saranno progettate per essere facilmente scollegate e ricollegate, consentendo di reindirizzare la raccolta del particolato verso un diverso punto di campionamento. Poiché i test non prevedono l'utilizzo simultaneo di tutti i punti di campionamento, il sistema dovrà garantire un meccanismo rapido e pratico per il ricollegamento delle linee ai vari condotti principali, permettendo così di selezionare il punto di prelievo in esame in modo efficiente e flessibile.

Di seguito sono riportati in Tabella 1 i dispositivi per l'analisi e la raccolta del particolato descritti in questa sezione, che saranno forniti dall'aggiudicatario del Lotto 1:

Tabella 1. Dispositivi per la misura e la raccolta del particolato

Dispositivo	n°
Ugelli (Nozzle) isocinetici per il prelievo del particolato	12
Cicloni di separazione del particolato	4
Connettori per Cicloni	4
Cassette di raccolta per particolato	2
Filtro Elettronico	1
Accessori per Filtro Elettronico	3
Calibratore Metrico di Flusso	1
Pompe per Linee di raccolta del particolato	3
Ventilatore di aspirazione (FAN)	1

Dispositivo per analisi Real Time del particolato	2
Accessori per dispositivo di analisi Real Time del particolato	1
Pompa per dispositivo di analisi Real Time del particolato	1
Tubi Conduttivi	2
Trasduttore di Velocità	1

1.2 Sensoristica VD

Il progetto prevede, oltre alla strumentazione descritta nella sezione precedente, l'implementazione di sensori dedicati alla misurazione delle grandezze dinamiche del veicolo. L'obiettivo è correlare i parametri della dinamica veicolare con le caratteristiche del particolato per una migliore comprensione del fenomeno.

I sensori sono distribuiti in tre macroaree, come visualizzato al solo scopo qualitativo in Figura 2:

- nella zona delle ruote e dei semiassi, per monitorare le variazioni di temperatura e le forze scambiate con il suolo;
- sulla carrozzeria;
- all'interno dell'abitacolo, per acquisire i dati relativi alla sensoristica installata.

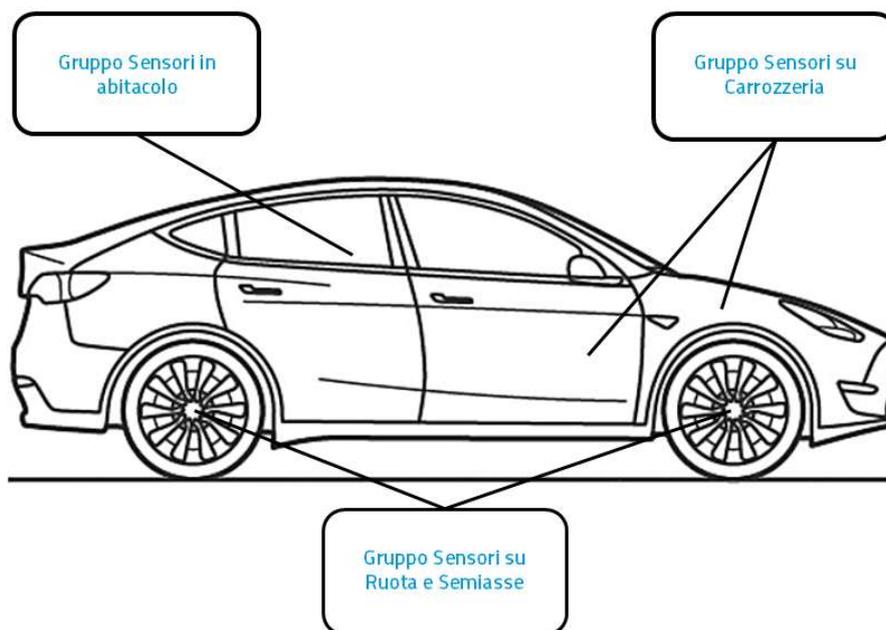


Figura 2. Schema indicativo delle modifiche da apportare al veicolo: Sensoristica VD

La Tabella 2 di seguito riporta i sensori che dovranno essere equipaggiati sul veicolo, forniti dal vincitore del Lotto 2:

Tabella 2. Sensori VD

Dispositivo	n°
-------------	----

Sistema per la misura della coppia ai semiassi	2
Sensore Vettoriale per la ruota / Sensore Angolo di Sterzata	1
Sensore per la velocità longitudinale e laterale	1
Sensori Laser	2
Ricevitori CAN	2
Sensori per la misurazione della pressione, umidità e temperatura dello pneumatico	8
Ricevitori Wireless	2
Sensori di Temperatura a Infrarossi	8
Dispositivo per elaborazione di segnali provenienti da Sensori	1
Batteria Ausiliaria e Inverter	2
Accessori Batteria Ausiliaria	2

1.3 Adeguamento veicolo per l'alloggiamento delle strumentazioni

Nell'ambito della fornitura il veicolo sarà oggetto di modifiche specifiche per ospitare e integrare i dispositivi e gli strumenti necessari per la raccolta e la misura del particolato. Tali modifiche sono progettate per garantire l'efficacia e la sicurezza dei sistemi di acquisizione dati, senza compromettere le prestazioni e la funzionalità del veicolo. Le principali modifiche includono:

- **Integrazione dei sistemi di raccolta particolato:** saranno realizzati adattamenti strutturali per integrare i condotti di aspirazione del particolato, con posizionamento ottimale nella zona delle ruote, per raccogliere il particolato generato da freni e dagli pneumatici. Questo richiederà modifiche alle componenti esterne e alla realizzazione di appositi passaggi per i condotti, evitando interferenze con il sistema di sospensioni e altre parti critiche del veicolo. Deve essere, inoltre, prevista la possibilità di incapsulare il sistema frenante, al fine di separare il particolato emesso dagli pneumatici e dai freni;
- **Integrazione dei sensori della VD:** saranno installati on board, sulla carrozzeria e sulle parti meccaniche del veicolo tutte le componenti per la misurazione delle grandezze della dinamica del veicolo;
- **Adeguamento degli spazi interni:** la sensoristica, i dispositivi di raccolta e gli ausiliari di alimentazione verranno ospitati negli spazi interni dell'abitacolo. Per questo l'area interna dovrà essere adeguata in modo tale che le modifiche non intralceranno il pilota durante la guida e saranno concentrate lato passeggero posteriore;
- **Sicurezza durante il test:** nonostante l'adattamento del veicolo, tutte le modifiche saranno progettate per mantenere il veicolo conforme alle normative di sicurezza stradale e di test. Inoltre, il veicolo sarà configurato per garantire che la sua manovrabilità e le prestazioni, durante i test su strada e su pista, non vengano compromesse.

2. Requisiti Tecnici

Il Contraente dovrà procedere all'acquisto del veicolo e apportare una serie di modifiche, dettagliate dai seguenti Requisiti, al fine di effettuare un'analisi real time on-board del particolato emesso da non esausti, pneumatici e freni, durante l'uso del veicolo.

Requisito 000.

Fornitura di un veicolo elettrico nuovo (km 0), equipaggiato con un sistema Dual Motor che garantisce una trazione integrale su tutte e quattro le ruote (AWD). Il Veicolo deve rispettare le caratteristiche riportate di seguito nella Tabella 3 compatibili con una Tesla model Y con allestimento Performance o equivalenti:

Tabella 33. Proprietà tecniche del Veicolo

Caratteristiche	
Guida	Batteria Long Range Autonomia maggiore di 500 km Accelerazione 0-100 km/h < 4 s
Accessori	<ul style="list-style-type: none"> • Barre portapacchi (da valutare con il committente, in fase di progetto, se installarle o consegnarle a parte) • Connettore mobile per ricarica

L'allestimento del veicolo deve prevedere colore e optional di serie, oltre agli accessori suddetti.

Il Contraente è tenuto a comunicare al Committente la scelta del veicolo prima dell'acquisto.

2.1 Modifiche per l'installazione della strumentazione sul veicolo

Per garantire l'integrazione ottimale delle strumentazioni di bordo, sono richiesti sul veicolo interventi specifici che includono collegamenti meccanici ed elettrici, nonché modifiche strutturali. I collegamenti meccanici devono essere progettati per fornire un supporto stabile e sicuro alle apparecchiature, tenendo conto delle vibrazioni e delle sollecitazioni a cui il veicolo è sottoposto durante la marcia. I collegamenti elettrici devono garantire un'alimentazione affidabile e continua ai dispositivi installati, oltre a una gestione efficace dei dati raccolti, nel rispetto delle specifiche tecniche del sistema elettrico del veicolo e con adeguate misure di protezione contro sovraccarichi o interferenze. Le modifiche strutturali non devono compromettere la visibilità e la mobilità necessaria al conducente per eseguire la guida in sicurezza. Le suddette modifiche devono consentire l'accesso oltre che al conducente, anche ad un passeggero.

Le modifiche strutturali includono interventi mirati per adattare il veicolo all'installazione delle attrezzature di raccolta e monitoraggio del particolato, rispettando i seguenti criteri:

- creazione di uno spazio adeguato e sicuro destinato all'installazione delle apparecchiature di bordo, previa rimozione dei sedili posteriori, con un sistema sospensivo per l'alloggiamento delle stesse;
- modifiche nei due punti strategici nella zona delle ruote per consentire il posizionamento ottimale dei condotti principali di aspirazione e del collettore, garantendo che questi non interferiscano con le ruote o con il sistema di sospensioni;

- modifiche nella zona interna lato passeggero del veicolo, tra fondo e sedili, per alloggiare i tubi di aspirazione, se compatibile con le dimensioni dei tubi, completamente all'interno del veicolo;

Di seguito sono riportati i requisiti specifici relativi a questi aspetti.

Requisito 001.

Installazione on board delle componentistiche fornite dal vincitore del Lotto 1. Il contraente dovrà integrare a bordo veicolo le componenti dedicate all'analisi del particolato, sfruttando gli spazi interni disponibili: in particolare, l'area dei sedili posteriori che, come anticipato, dovranno essere rimossi e forniti separatamente al committente, e del baule posteriore. L'installazione delle componenti deve essere progettata per ottimizzare lo spazio disponibile, senza compromettere la stabilità, la sicurezza, la visibilità e l'efficienza delle apparecchiature durante l'uso. In particolare, alcuni dispositivi contenuti in Tabella 1, quali Cassette di raccolta per particolato, Filtro Elettronico, Dispositivo di analisi in Real Time del particolato, Cicloni di separazione del particolato, dovranno essere posizionati in modo da garantire un facile accesso per la manutenzione ordinaria, consentendo interventi rapidi ed efficienti senza la necessità di smontare altre componenti.

Le strumentazioni installate per l'aspirazione e l'analisi del particolato, con annessi collegamenti elettrici e non (Figura 3), devono essere installati in modo tale da ottimizzare i flussi d'aria calda ed evitare surriscaldamenti dell'intero abitacolo.

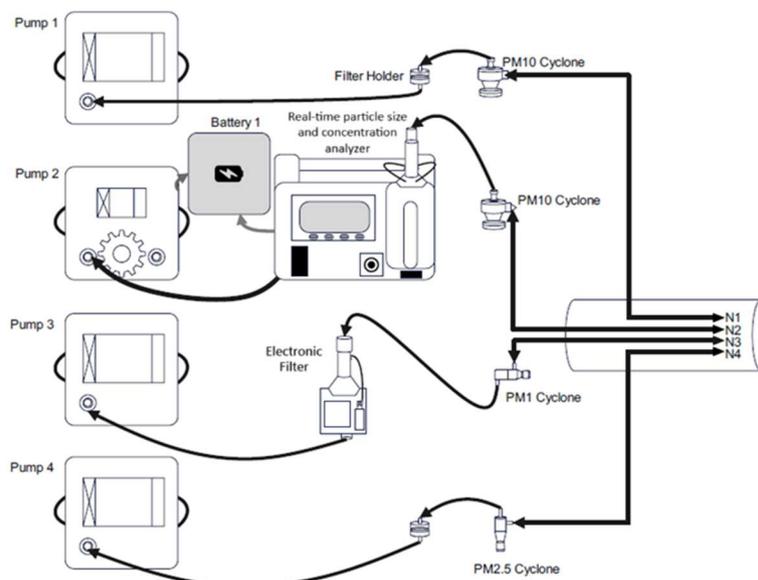


Figura 3. Configurazione finale della strumentazione di analisi e raccolta del particolato in base all'obiettivo del progetto

Nel caso in cui vengano rimosse altre componenti dell'auto queste dovranno essere riconsegnate al Committente. Il sistema, mostrato in Figura 3, è costituito da quattro linee principali ottimizzate per i diversi obiettivi di misurazione delle particelle, con strumenti e componenti specifici adattati allo scopo di ciascuna linea.

- **Linea 1: linea per la misurazione offline della concentrazione in massa del PM10 (particelle di taglia inferiori a 10 µm).** Come illustrato in Figura 4, il sistema impiega un Nozzle specifico, collegato ad un

ciclone separatore di PM10, che dirige le particelle verso un portafiltra, dove vengono depositate su un filtro pre-condizionato. Il flusso è alimentato dalla pompa 1, che assicura tassi di campionamento dell'aria costanti e accurati.

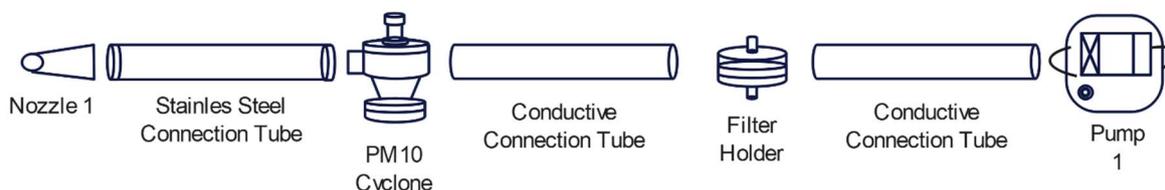


Figura 4. Rappresentazione schematica della linea 1

- Linea 2: linea per la misurazione online della distribuzione delle dimensioni del numero di particelle.** Questa linea, illustrata in Figura 5, utilizza uno specifico dispositivo di analisi per misurare la distribuzione dimensionale del numero di particelle in tempo reale. Il sistema è costituito da uno specifico Nozzle collegato ad un ciclone separatore PM10. La pompa 2 e il dispositivo di analisi sono alimentati dalla batteria 1, che garantisce l'energia necessaria per le misurazioni a bordo veicolo.

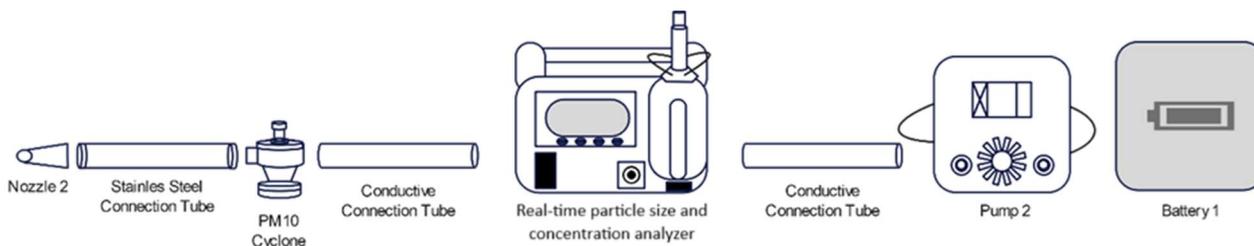


Figura 5. Rappresentazione schematica della linea 2

- Linea 3: linea per la misurazione online della concentrazione in massa PM1 (particelle di taglia inferiori a 1 µm).** Come illustrato in Figura 6, il sistema impiega un Nozzle specifico, collegato ad un ciclone PM1, che indirizza le particelle al filtro elettronico. Quest'ultimo consente di misurare in tempo reale la concentrazione di massa e trattiene le particelle raccolte sul suo filtro interno pre-condizionato. La pompa 3 assicura tassi di campionamento dell'aria costanti e accurati.

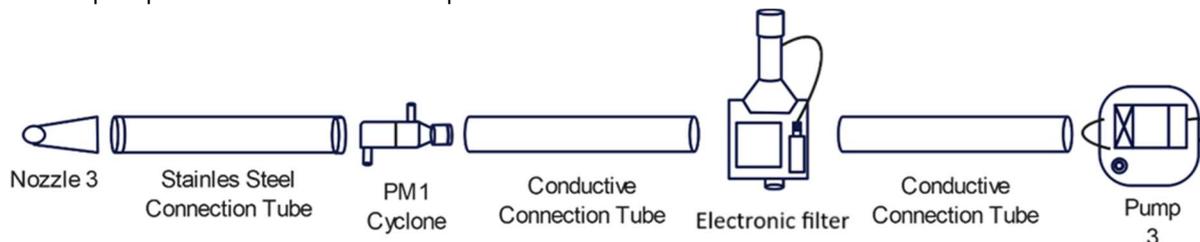


Figura 6. Rappresentazione schematica della linea 3

- Linea 4: linea per la misurazione offline della concentrazione in massa PM2.5 (particelle di taglia inferiori a 2.5 µm).** Come illustrato in Figura 7, il sistema impiega un Nozzle specifico, collegato ad un ciclone separatore di PM2.5, che dirige le particelle verso un portafiltra, dove vengono depositate su

un filtro pre-condizionato. Il flusso è alimentato dalla pompa 4, che assicura tassi di campionamento dell'aria costanti e accurati.

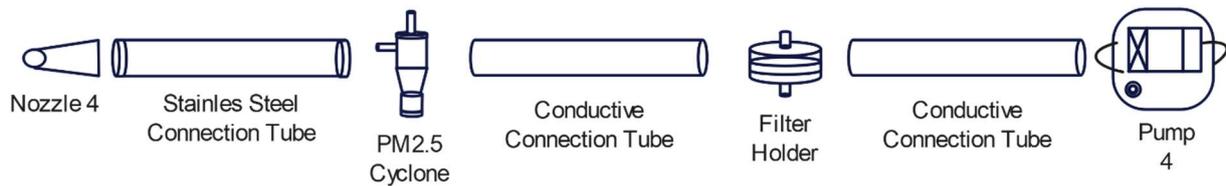


Figura 7. Rappresentazione schematica della linea 4

I collegamenti tra le componenti comprese tra il ciclone e la pompa, delle quattro linee (Figura 4-7), devono essere realizzati con tubi di dimensioni specifiche e in materiale flessibile conduttivo che saranno forniti dal vincitore del Lotto 1. I collegamenti tra i Nozzle e i cicloni devono essere forniti e realizzati con tubi di dimensione e materiale che saranno specificati nel dettaglio al Requisito 010.

In particolare, la strumentazione è disposta su 4 diverse linee (L1, L2, L3 e L4) individuate in Figura 1 con il blocco "Strumentazione particolato". Ogni linea riceve il particolato da uno dei quattro Nozzle (N1, N2, N3 e N4) integrati nei condotti principali di ciascun punto di campionamento. Le linee di strumentazione saranno progettate per essere facilmente scollegate e ricollegate, consentendo di reindirizzare la raccolta del particolato verso un diverso punto di campionamento. Poiché i test non prevedono l'utilizzo simultaneo di tutti i punti di campionamento, il sistema dovrà garantire un meccanismo rapido e pratico per il ricollegamento delle linee ai vari condotti principali, permettendo così di selezionare il punto di prelievo in esame in modo efficiente e flessibile.

Requisito 002.

Installazione dell'equipaggiamento dei sensori VD forniti dal vincitore del Lotto 2: il veicolo deve ospitare tutta la componentistica VD per misurare le grandezze tipiche della dinamica del veicolo, integrandola in modo da non modificare e alterare la funzionalità del veicolo stesso. Il contraente dovrà integrare a bordo veicolo, sulla carrozzeria e nella zona delle ruote e semiassi le componenti del sistema integrato di sensori e dispositivi per il monitoraggio avanzato delle dinamiche veicolari e delle caratteristiche operative degli pneumatici. L'installazione delle componenti deve essere progettata per ottimizzare lo spazio disponibile, senza compromettere la stabilità, la sicurezza, la visibilità e l'efficienza delle apparecchiature durante l'uso. L'attrezzatura elettronica e sensoristica, con annessi collegamenti elettrici e non, deve essere installata in modo tale da ottimizzare i flussi d'aria calda, evitando surriscaldamenti dell'intero abitacolo, e deve essere garantito il corretto collegamento tra le apparecchiature, i sensori e le rispettive alimentazioni.

Requisito 003.

Implementazione di un sistema di monitoraggio e controllo della temperatura all'interno dell'abitacolo, in corrispondenza della zona occupata dal conducente e dalla strumentazione. Deve essere garantita la possibilità di raffreddare efficacemente la strumentazione e la zona interna dell'abitacolo, convogliando efficacemente l'aria esterna oppure l'aria climatizzata.

Requisito 004.

Realizzazione di sistemi di montaggio dedicati per la strumentazione e parti meccaniche richieste dal progetto al Requisito 001 e Requisito 002: progettazione e realizzazione di staffe e sistemi di fissaggio per l'installazione sicura e stabile degli strumenti di monitoraggio, dei collegamenti elettrici e meccanici e delle parti meccaniche necessarie al progetto. Le staffe, o eventuali sistemi di fissaggio, se predisposti esternamente al veicolo, devono essere dimensionate e posizionate in modo da garantire facilità di montaggio/smontaggio, robustezza e sicurezza durante l'utilizzo del veicolo.

La strumentazione on board dovrà essere installata su un sistema smorzante di sospensioni, per evitare qualsiasi anomalie di funzionamento o danni accidentali dovute a urti, colpi accidentali e danni irreversibili.

Requisito 005.

Smontaggio e Rimontaggio Assali. Il Contraente dovrà provvedere allo smontaggio degli assali anteriore destro e posteriore destro del veicolo, e alla consegna degli stessi al vincitore del Lotto 2, incaricato dell'installazione della sensoristica corrispondente. Una volta completate le modifiche e le installazioni da parte del vincitore del Lotto 2, il Contraente sarà responsabile del rimontaggio degli assali sul veicolo.

2.2 Progettazione e realizzazione del sistema di trasporto e campionamento particolato

Per effettuare una raccolta accurata e rappresentativa del particolato prodotto da freni, pneumatici e ambiente circostante, il veicolo deve essere dotato di un layout specifico che preveda l'implementazione di punti di campionamento strategici. Questi punti sono posizionati in aree chiave per massimizzare l'efficienza del sistema di aspirazione e garantire che i dati raccolti siano significativi e completi.

Le modifiche necessarie devono assicurare un'adeguata integrazione dei condotti di aspirazione senza interferire con le prestazioni del veicolo, mantenendo inalterata la sicurezza, la manovrabilità e l'aerodinamica.

Di seguito viene descritto il layout richiesto per i punti di campionamento:

ogni condotto presenta al suo interno le quattro sonde di campionamento, configurate in un sistema secondo quanto precedentemente specificato. Nella parte terminale, ogni condotto è collegato a un ventilatore (FAN), che permette di aspirare l'aria a monte, ovvero dalla parte iniziale del tubo dove si trova il collettore di aspirazione, montato nei rispettivi punti di campionamento.

Requisito 006.

Layout delle modifiche per i punti di campionamento. Il layout delle modifiche al veicolo deve includere l'implementazione di tre punti di campionamento, illustrati a solo scopo indicativo in Figura 8, strategici per la raccolta del particolato:

1. dietro la ruota posteriore destra,
2. dietro la ruota anteriore destra,
3. centro veicolo posto sotto il paraurti anteriore, per la raccolta del materiale di fondo e delle particelle presenti nell'ambiente circostante.

I sistemi di aspirazione devono, dove possibile, essere inglobati all'interno del veicolo in modo da influenzare quanto meno possibile la dinamica del veicolo. I punti di campionamento devono essere progettati per garantire un accesso agevole ai condotti di aspirazione e un funzionamento efficiente degli strumenti di raccolta, senza compromettere l'aerodinamica, la sicurezza e la manovrabilità del veicolo.

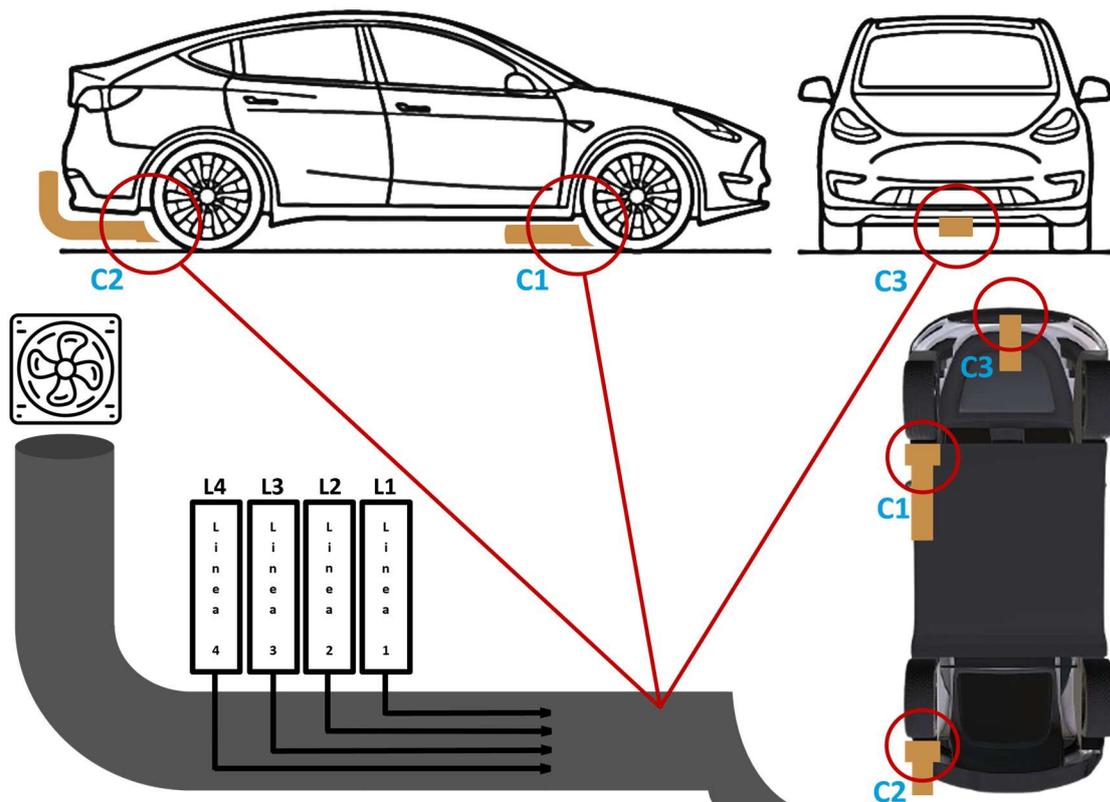


Figura 8. Illustrazione qualitativa e funzionale del posizionamento dei tre punti di campionamento posti sulla vettura

Requisito 007.

Caratteristiche del condotto principale tra il collettore di aspirazione, a monte, e il ventilatore di aspirazione (FAN), a valle. Il contraente dovrà collaborare attivamente con il gruppo tecnico del committente per la progettazione definitiva dei tubi di aspirazione dei tre punti di misurazione. Sarà fornito il diametro interno ed esterno del tubo, ed eventuali altre linee guida da seguire affinché il flusso all'interno del tubo e delle sonde risulti isocinetico. Il tubo deve essere lavorato in modo da avere una superficie interna totalmente liscia, senza scanalature e in materiale conduttivo e flessibile. Il tubo deve essere resistente e, laddove previste parti all'esterno del veicolo, posizionato in prossimità del fondo della vettura ad una distanza ottimale dal suolo. In particolare, le proprietà del materiale sono elencate in Tabella 4. L'obiettivo è individuare un compromesso adeguato tra la forma e il dimensionamento del condotto, la compatibilità con i sistemi di raccolta e l'adattamento agli ingombri del veicolo, garantendo prestazioni ottimali e conformità alle specifiche tecniche richieste.

Tabella 44. Caratteristiche dei tre tubi principali per l'acquisizione del particolato

Caratteristiche	Proprietà
Materiale	Conduttivo Resistente Flessibile

	Pareti Interne perfettamente lisce e senza scanalature
Diametro Interno	70 mm
Range Spessore	0.5 ÷ 1.2 mm
Peso	0.5 ÷ 1 g/m
Temperatura Operativa	-40 ÷ +90 °C
Fluido	Aria + particelle (PM1, PM2.5, PM10)

La scelta finale relativa alla dimensione del Diametro Interno del Condotto andrà concordata in fase di progetto con il Committente.

Requisito 008.

Disposizione delle sonde (Nozzle) all'interno del condotto principale. La disposizione dei Nozzle all'interno del condotto deve rispettare requisiti geometrici definiti da normative Europee:

- le sonde devono essere equidistanti le une dalle altre rispetto ai loro centri;
- le sonde devono trovarsi ad una stessa distanza radiale dai bordi interni del condotto stesso;
- le facce delle sonde devono essere complanari all'interno del condotto.

In Figura 9 è riportato un esempio della disposizione geometrica da rispettare.

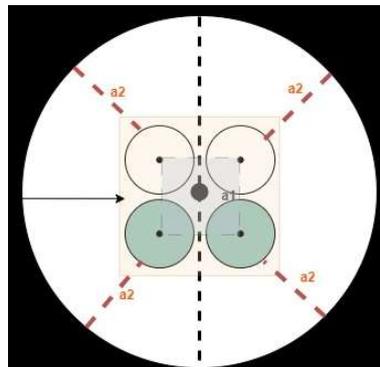


Figura 9. Disposizione Geometrica degli Ugelli (Nozzle) all'interno del tubo

Requisito 009.

Progettazione e Realizzazione di un Sistema di alloggiamento delle sonde (Nozzle) all'interno del condotto principale. Il sistema deve essere progettato per consentire l'alloggiamento e il corretto posizionamento delle sonde (Nozzle) all'interno del condotto principale. Tale sistema, rappresentato indicativamente e qualitativamente in Figura 10, dovrà garantire un collegamento stabile e sicuro al condotto principale, assicurando al contempo facilità di installazione, manutenzione e sostituzione delle sonde.

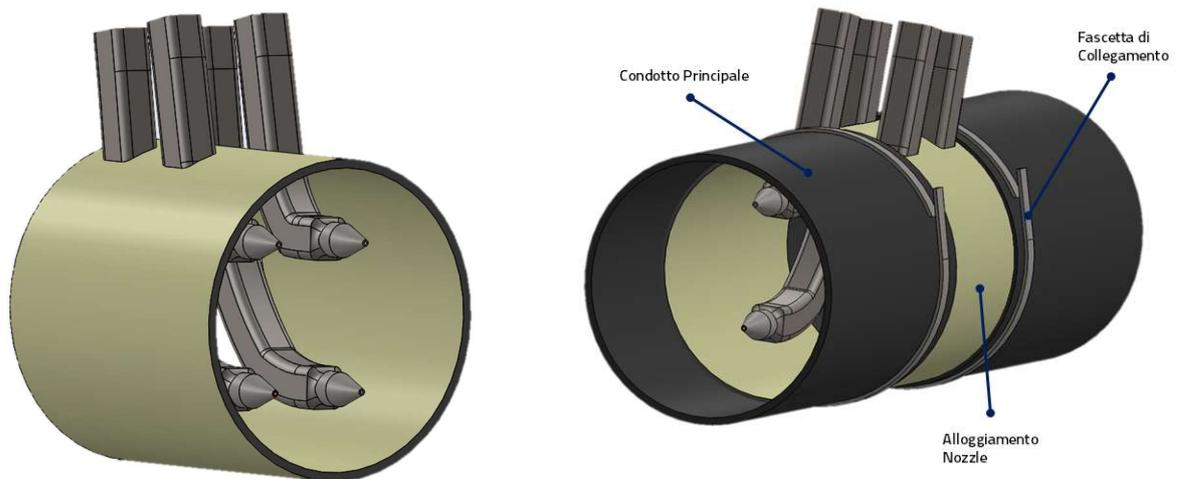


Figura 10. Sistema di Alloggiamento sonde (Nozzle)

Requisito 010.

Progettazione e realizzazione dei collegamenti tra i Nozzle, all'interno dei condotti, e i cicloni a bordo veicolo. I tubi devono essere lavorati in modo da avere una superficie interna totalmente liscia, senza scanalature e in materiale acciaio inossidabile. I tubi di collegamento tra i Nozzle e i rispettivi cicloni, di ogni linea, devono rispettare le caratteristiche riportate in Tabella 5.

Tabella 55. Caratteristiche dei tubi di collegamento per i Nozzle interni ai tubi principali

Caratteristiche	Proprietà
Materiale	Resistente Acciaio Inox Pareti Interne perfettamente lisce e senza scanalature
Temperatura Operativa	-40 ÷ +90 °C
Fluido	Aria + particelle (PM1, PM2.5, PM10)

Le dimensioni dei tubi di collegamento vanno concordate con il Committente in fasi di progettazione e sviluppo, in modo particolare quelle relative alla dimensione del diametro interno e dello spessore.

Requisito 011.

Le modifiche apportate al veicolo dovranno garantire l'equipaggiamento minimo con pneumatici di dimensioni da R19 a R21 (sarà considerato elemento migliorativo l'estensione di questo range). A tal fine, sono richieste soluzioni che consentano l'adattabilità e la regolazione del setup generale in maniera pratica e veloce per mantenere un assetto ottimale, senza influenzare il corretto utilizzo dei sistemi di campionamento di raccolta del particolato. Inoltre, dovrà essere assicurato uno spazio adeguato nella zona del passaruota per evitare

interferenze con la carrozzeria e gli organi meccanici, nel rispetto delle normative vigenti in materia di sicurezza e sporgenza.

2.3 Realizzazione sistema di raccolta del particolato

Progettazione e realizzazione di un sistema di incapsulamento per il sistema frenante, e di un sistema di ottimizzazione della raccolta di particolato dietro ruota anteriore e posteriore. Entrambi i sistemi devono integrare un meccanismo di aggancio/sgancio compatibile con la strumentazione e il sistema di aspirazione.

Requisito 012.

Progettazione e realizzazione di un sistema che ottimizzi la raccolta del particolato generato dalle ruote anteriori e posteriori destre, posizionato in corrispondenza dei punti di campionamento. Il sistema deve essere perfettamente integrato e solidale con il condotto principale, risultando completamente inglobato all'interno del veicolo. L'implementazione non deve in alcun modo compromettere la dinamica del veicolo, garantendo la normale rotazione degli pneumatici e il pieno utilizzo sia su strada pubblica che su pista. Il sistema deve essere progettato per ottimizzare il flusso d'aria e la raccolta del particolato generato dagli pneumatici. Inoltre, deve essere facilmente montabile e smontabile, consentendo l'uso del veicolo su strada pubblica senza limitazioni. La Progettazione e lo Sviluppo di tale sistema saranno da definire con il Committente durante le varie fasi di realizzazione.

Requisito 013.

Il layout dei tre punti di campionamento dovrà prevedere un collettore di aspirazione solidale alla massa non sospesa del veicolo per ottimizzare il convogliamento e la raccolta del flusso di particolato.

Il Contraente sarà responsabile della progettazione della forma definitiva del collettore di aspirazione, collaborando con il gruppo tecnico del Committente. Verrà fornito un primo dimensionamento indicativo, che il Contraente dovrà ottimizzare.

L'obiettivo è trovare un compromesso efficace tra la forma del collettore, la compatibilità con i sistemi di raccolta e l'adattamento agli ingombri del veicolo, garantendo prestazioni ottimali e conformità alle specifiche tecniche richieste.

Requisito 014.

Progettazione e realizzazione di un sistema di incapsulamento dei freni, al fine di isolare il particolato emesso dagli stessi rispetto a quello prodotto dagli pneumatici. Il sistema deve prevedere la presenza di un condotto che garantisca un flusso d'aria all'interno dell'incapsulamento, al fine di evitare il surriscaldamento dell'impianto frenante. Inoltre, deve essere previsto un sistema di aggancio/sgancio in modo da poter collegare il collettore del condotto di aspirazione dietro ruota a quello del freno per l'analisi del particolato emesso. Lo schema CAD in Figura 11 è da considerarsi puramente indicativo per il Requisito richiesto.

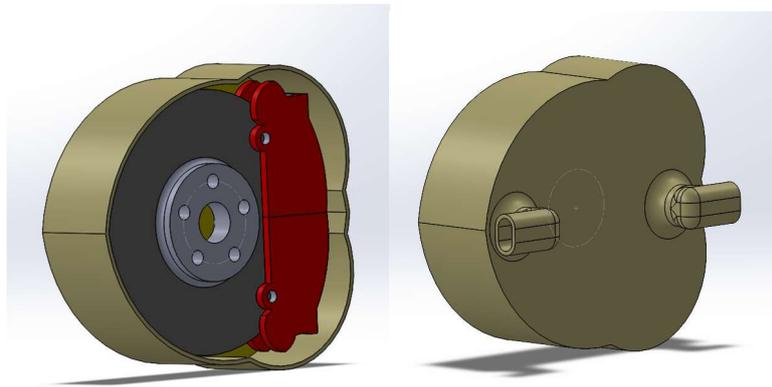


Figura 11. Incapsulamento Sistema Frenante a scopo d'esempio

2.4 Esigenze prestazionali

Le modifiche al veicolo devono essere progettate per garantire la compatibilità con le strumentazioni di bordo dedicate alla raccolta e analisi del particolato, senza compromettere la sicurezza, le prestazioni e la conformità del veicolo alle normative vigenti. Il veicolo, con gli strumenti installati, dovrà soddisfare i requisiti previsti dalle normative Nazionali ed Europee per l'utilizzo su strade pubbliche e piste di prova private, incluse eventuali deroghe o adattamenti richiesti.

Requisito 015.

Tutte le attrezzature e la strumentazione di bordo devono essere progettate per garantire una velocità massima operativa del veicolo pari ad almeno 110 km/h, assicurando al contempo robustezza strutturale. La strumentazione deve essere in grado di sostenere in sicurezza i carichi generati dalle accelerazioni e decelerazioni del veicolo in tutte le condizioni e a tali velocità di resistere alle normali vibrazioni prodotte durante l'utilizzo dell'auto, senza compromettere il funzionamento o l'integrità del sistema. Inoltre, in caso di rimozione delle attrezzature di monitoraggio, il veicolo dovrà essere riportabile alle condizioni e prestazioni di fabbrica in condizioni di sicurezza.

Requisito 016.

Adattamento delle prestazioni del veicolo: le eventuali modifiche effettuate al veicolo devono consentire l'installazione e il funzionamento degli strumenti per la raccolta di particolato senza alterare la dinamica di guida standard del veicolo, mantenendo le normali prestazioni in termini di accelerazione, decelerazione e comportamento in curva. Devono essere inoltre previste: regolazione dell'altezza da terra, in funzione dell'installazione dei condotti di aspirazione e delle attrezzature di raccolta particolato. La modifica dovrà garantire un equilibrio tra sicurezza e funzionalità degli strumenti, mantenendo comunque la sicurezza su strada e su pista; calibrazione dell'angolo di sterzata in base alla disposizione e all'ingombro degli strumenti di raccolta a bordo. Le regolazioni devono consentire il normale raggio di sterzata per l'uso del veicolo su strada e pista, senza influire sulla manovrabilità o sulla dinamica complessiva del veicolo.

Tutte le modifiche devono essere progettate per consentire la reversibilità, ovvero il ripristino delle condizioni di fabbrica una volta che gli strumenti vengono rimossi e sono da valutare durante il processo di modifica del

veicolo in base alle dimensioni dei condotti di aspirazione del particolato e degli strumenti di acquisizione a bordo veicolo.

Requisito 017.

Circolazione su strade pubbliche: garantire la possibilità di circolare su strade pubbliche tramite adattamenti necessari per la circolazione con gli strumenti di monitoraggio installati a bordo veicolo.

Requisito 018.

Installazione dell'architettura definita e delle parti delle finiture interne ed esterne per finalizzare il veicolo: assemblaggio e installazione dell'architettura progettata per il posizionamento dell'attrezzatura e degli strumenti di bordo. Include il montaggio delle finiture interne ed esterne necessarie per completare il veicolo, garantendo un'integrazione visivamente armoniosa e funzionale con il design originale del veicolo.

2.5 Collaudo

Per garantire che il veicolo modificato con l'attrezzatura di raccolta particolato operi in modo efficiente e continui a soddisfare le specifiche tecniche per l'intera durata del progetto, è necessario prevedere sia test di collaudo pre-consegna sia un programma di manutenzione. Questi test devono essere mirati alla verifica del corretto funzionamento sia del veicolo che degli strumenti di raccolta del particolato, assicurando che ogni componente operi in modo efficiente e conforme agli standard richiesti.

Requisito 019.

Test funzionali del veicolo con attrezzatura installata. Esecuzione di test completi per verificare la conformità del veicolo modificato con le specifiche tecniche richieste. I test devono avere come scopo quello di verificare il corretto funzionamento del veicolo equipaggiato con l'attrezzatura on-board fornita definita. Al termine dei test, il Contraente è tenuto a fornire un report dettagliato che documenti i risultati dei test funzionali eseguiti, includendo eventuali osservazioni e verifiche delle performance rispetto ai requisiti tecnici richiesti.

3. Servizi di formazione, affiancamento e assistenza in garanzia

Requisito 020.

È richiesta una formazione della durata minima di 3 giorni, finalizzata al trasferimento delle competenze necessarie per: il montaggio e lo smontaggio del sistema di incapsulamento dei freni, l'identificazione della strumentazione on board e l'esecuzione delle procedure di manutenzione delle linee di raccolta. Costituirà un elemento migliorativo l'estensione della durata della formazione e l'integrazione di giornate di affiancamento in pista.

Requisito 021.

È essenziale che l'azienda fornisca pacchetti di manutenzione in garanzia tempestivi e completi in caso di guasti, per assicurare la continuità operativa del veicolo e degli strumenti a bordo, con un periodo di validità di

almeno un anno, salvo il maggior periodo offerto dalla ditta ed accettato in sede di gara, a far tempo dalla data del certificato di regolare esecuzione della fornitura.

Requisito 022.

Fornitura di disegni tecnici 2D e 3D delle modifiche effettuate: consegna di documentazione tecnica dettagliata, comprendente disegni 2D e 3D di tutte le modifiche strutturali e meccaniche apportate al veicolo, per facilitare l'eventuale manutenzione, ispezione e ripristino delle condizioni originali. In particolare, si richiede:

1. Modello CAD dettagliato di ogni singola componente costitutiva del veicolo e il modello CAD del complessivo, ad eccezione dei componenti commerciali eventualmente utilizzati di cui si richiede comunque un CAD di ingombro. I modelli forniti devono essere "as built".
2. Messe in tavola di tutte le parti modellate e inserite nella progettazione esecutiva complete di tutte le tolleranze geometriche e dimensionali necessarie a garantire il rispetto dei requisiti funzionali. Questi disegni devono contenere tutte le eventuali modifiche risultanti dalle attività di assemblaggio fino al trasporto al Sito. Tutti i disegni devono essere realizzati secondo gli standard Europei ed essere in formato elettronico riproducibile come copia fisica. I formati richiesti sono:
 - a. 2D: Portable Document Format (PDF)
 - b. 3D: formati universali quali ".step" o ".iges" sono suggeriti. Il costruttore potrà concordare con UNINA formati diversi se richiesto.Le messe in tavola 2D devono avere:
 - a) Nome del fornitore e logo
 - b) Numero parte
 - c) Titolo
 - d) Descrizione componente
3. Bill of materials (BOM) dettagliato di tutti i componenti costituenti il veicolo
4. Manuale di uso e manutenzione